

新潟地震における液状化の程度と鉄筋コンクリート造建物の被害に関する考察

中央大学理工学部 正会員 國生剛治
同 上 学生員 堤 千花

1. はじめに

1964年に起きた新潟地震(マグニチュード7.5)では、構造物被害が多数発生したが、なかでも、新潟市の被害にあった鉄筋コンクリート造(RC)建物は、その大多数が、上部構造にはほとんど被害がない状態で傾斜、沈下するという被害形態であった。これは、軟弱な沖積砂層からなる新潟市街地の各所で地盤が液状化し、支持力を失ったためであると考えられている。

そこで本研究では、地震後調査された新潟市内の鉄筋コンクリート造建物の被害データ¹⁾と、我々が独自に収集したボーリングデータによる地盤構造をもとに、鉄筋コンクリート造建物の被害と、地盤の液状化要因との関係を考察した。本論では、特に建物の沈下被害と建物の基礎、地盤の液状化層の分布との関係を考察する。

2. 対象地域

ボーリングデータ、RC建物のデータがよく揃っていることを条件に、対象地域は、図1に示すような信濃川とJR新潟駅間の地域と、万代橋付近の信濃川左岸とした。

使用したボーリングデータはほとんどが新潟地震発生以降のものであり、総数は200である。RC建物は、文献1)に記載されている被害を受けた建物のうち、今回の考察に使用した32棟のみを示している。この32棟は、いずれも杭基礎により支持されていること、必要とするデータ(建物の最大沈下量、スラブ基礎の深さ、杭基礎の深さ)が全て揃っていて、その所在が現在の地図と新潟地震発生以前の地図との比較により確認できたことから選定した。

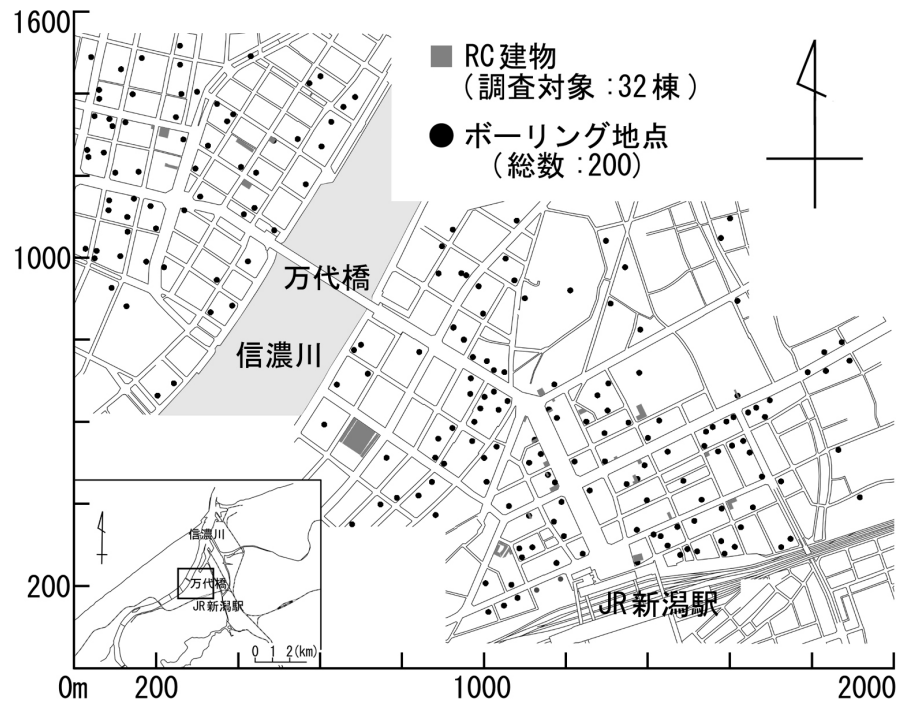


図1 調査地域

3. 研究方法

まず、ボーリングデータにより各地点での液状化層の分布を求めた。液状化の判定には液状化抵抗率 F_L を用い、この値が1.0以下となった砂層を液状化層とみなした。 F_L 値は R (動的せん断強度比)と L (地震時せん断応力比)の比で計算し、 R 、 L は参考文献2)より求めた。ボーリングデータにシルト、粘土と記載されている層は液状化を起さないとし、砂層は細粒分含有率 $FC(\%)$ が $0\% \leq FC \leq 10\%$ と仮定した。また地表面最大加速度は $170gal$ とした³⁾。

一方、図1からも分かる通り、ボーリング地点と建物の位置が必ずしも一致していない。そこで、次に、建物直下の地盤における液状化の様子を知るために、ボーリングデータを解析ソフトORIGINの3D-曲面図作成機能を用いて補間し、液状化層の平面分布図を作成した。平面分布図は液状化層上端面、下端面それぞれに

キーワード ケーススタディー, 地震, 液状化, 沈下, 杭基礎

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科土質研究室 TEL 03-3817-1799

ついて作成し、これら2平面の間の砂層を液状化層と考えるものとした。図2、図3に、ORIGINによるボーリングデータの補間値から求めた、液状化層上端面、下端面の深さを、3.0m 間隔の等高線で示す。

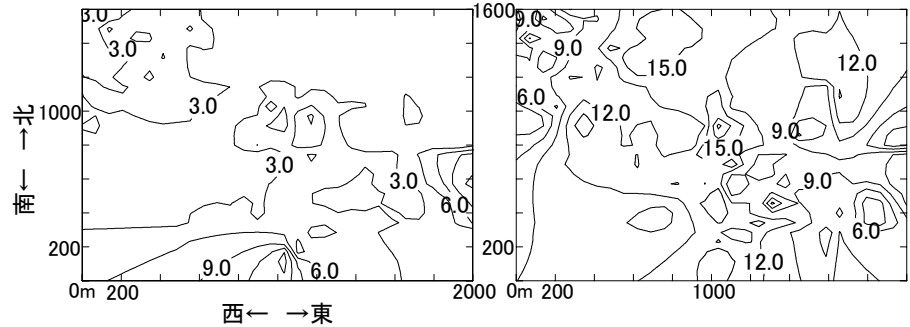


図2 液状化層上端面深度

図3 液状化層下端面深度

4. 結果と考察

図4は、建物の最大沈下量と杭基礎の深さとの関係を、杭の材質と杭径で分類して示したものである。これによると、沈下量と杭基礎の深さの間には明瞭な相関関係は見られないが、ほとんどの建物において杭基礎の深さが5~10mであったことが分かる。それに対して、図2、図3によると、液状化層の深度分布は液状化層下端面において特に変化が激しく、場所によって液状化層厚が大きく変化していることが分かる。そこで、図5に示すように、杭基礎の深さとその周辺地盤の液状化の様子による建物の沈下被害の程度差を調べるために、杭の有効支持率(=液状化層中不在杭の長さ(m)/杭の全長(m))とRC建物の最大沈下量との関係を調べた。図中、各データを、杭の材質(RC・木杭)と先端での液状化の有無によって分類した。まず、プロット点全体には大きなばらつきが見られ、はっきりとした相関関係は得られない。しかし、建物の最大沈下量の上限は、図中の実線から分かるように、杭の有効支持率が小さい、すなわち、杭の周辺地盤がより厚く液状化するほど大きくなる可能性があることが分かる。次に、杭先端地盤の液状化の有無に着目すると、図中の で囲まれた木杭の点を除けば、杭先端部分の深度が液状化層よりも深い建物では比較的沈下量が少なく、被害を免れた建物も多いことが分かる。また、杭の有効支持率が十分に大きければ、杭先端が液状化層中であっても沈下被害を免れることができるということも分かる。これらのことは、液状化する可能性のある地盤で、杭先端が支持層に到達しない摩擦杭を、建物の基礎に用いることが危険であることをよく表しているものと思われる。

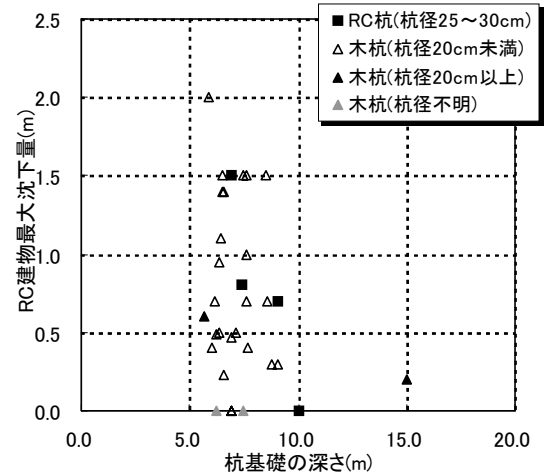


図4 杭基礎の深さと最大沈下量

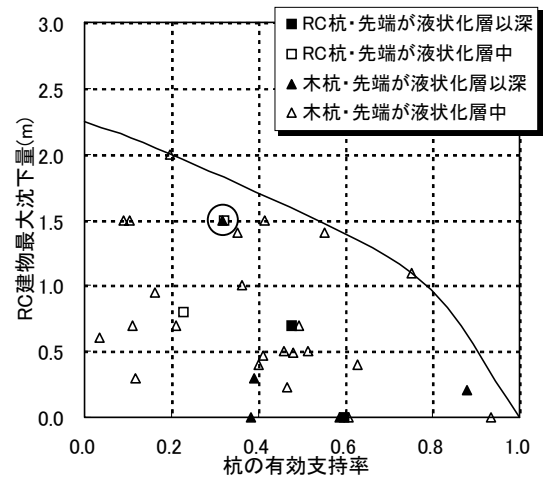


図5 建物の杭基礎と液状化層

5. まとめ

・今回の調査範囲では、杭の周辺地盤がより厚く液状化するほど、建物の最大沈下量の上限は大きくなる傾向が見られた。 ・杭先端部分の深度が液状化層よりも深い建物では、比較的沈下量が少なく、被害を免れた建物も多いことが分かった。

参考文献 1)建築研究所：「新潟地震による建築物の被害 - とくに新潟市における鉄筋コンクリート造建物の被害について - 」、建築研究報告第42号、1965年3月 2)社団法人 日本道路協会：道路橋示方書同解説 耐震設計編、pp.91-95、平成8年12月 3)岩崎敏男ら(1978)：砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例、第5回日本地震工学シンポジウム講演集、pp.641-647